

**Сидоренко Ф.А., Кукарин М.В.**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРАУНГОФЕРОВОЙ ДИФРАКЦИИ**  
**НА ЩЕЛИ**

*fasid@bk.ru*

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б.Н. Ельцина»*

*г. Екатеринбург*

*Разработана компьютерная модель для лекционной демонстрации дифракции Фраунгофера на щели в непрозрачном экране. Модель предусматривает возможность изменения длины волны и ширины щели с отображением на аудиторном экране результатов дифракции для нескольких наборов исходных параметров.*

**Sidorenko F.A., Kukarin M.V.**  
**FRAUNHOFER DIFFRACTION SIMULATOR FOR SINGLE SLIT**

*Fraunhofer diffraction simulator for single slit is elaborated for physics lecture. The simulation provides the choice of the wave length and the slit width. Resulting patterns are demonstrated onto auditorium screen for several chosen parameters.*

Натурные демонстрации дифракции Фраунгофера [1] являются необходимым компонентом лекции по физике. Современный вариант подобных демонстраций предусматривает использование лазерного луча (удобен, в частности, неон-гелиевый лазер), щели в непрозрачном экране, ширина которой регулируется микрометрическим винтом, набора прозрачных и отражательных дифракционных решеток, а также иных регулярных и стохастических объектов. Однако в подобных лекционных опытах затруднительно демонстрировать влияние длины световой волны, задающей масштаб дифракционного образа объекта, на котором осуществляется рассеяние.

Удобным средством преодоления этого затруднения является переход к компьютерному моделированию фраунгоферовой дифракции, которое вместе с натурным экспериментом позволяет получить завершённую образную картину изучаемого явления как в части его внешней иллюстрации, так и в аспекте проверки рассматриваемых аналитических соотношений. Примеры подобного моделирования представлены интернет-ссылками [2, 3]. Так, апплет на сайте [2] (университет города Гвалф, провинция Онтарио, Канада) позволяет наглядно иллюстрировать роль длины волны в диапазоне видимого света и ширины щели в формировании дифракционной картины. Однако моделирование в этом случае носит имитационный характер, о чем свидетельствует некорректное соотношение интенсивностей нулевого и боковых максимумов. Отметим также, что дизайн и интерфейс обсуждаемого апплета предназначены для ин-

дивидуальной работы студента, а не для использования в лекционной аудитории.

В представляемой разработке решалась задача физического моделирования фраунгоферовой дифракции видимого света на одиночной щели с возможностью варьирования длины волны и ширины щели с помощью манипулятора мыши и графического отображения результатов на аудиторном экране.

В основу физической модели положена известная зависимость интенсивности света, рассеянного под углом  $\phi$  к направлению распространения первичной плоской монохроматической волны (длина волны  $\lambda$ ), падающей на щель шириной  $a$  в непрозрачном экране [4]:

$$I(\phi) = I_0 \frac{\sin^2 \frac{\pi a \sin \phi}{\lambda}}{\left( \frac{\pi a \sin \phi}{\lambda} \right)^2}. \quad (1)$$

Здесь  $I_0$  – интенсивность световой волны, рассеянной под нулевым углом к направлению волны, падающей на экран со щелью.

Приравнявая числитель (1) нулю, получаем условие минимумов интенсивности дифрагированного излучения

$$a \sin \phi = \pm m \lambda, \quad m = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Примерное положение угловых максимумов находим, приравнявая числитель (1) единице:

$$a \sin \phi = \pm (m + 1/2) \lambda, \quad m = 1, 2, \dots \quad (3)$$

Моделирующая программа написана на языке объектного программирования Delphi 7. Параметры задачи – длина волны и ширина щели – задаются с помощью окон прокрутки (рис. 1), что избавляет лектора от необходимости использования клавиатуры.

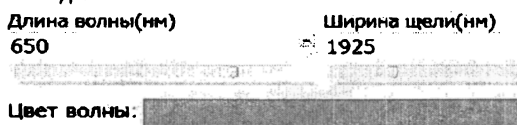
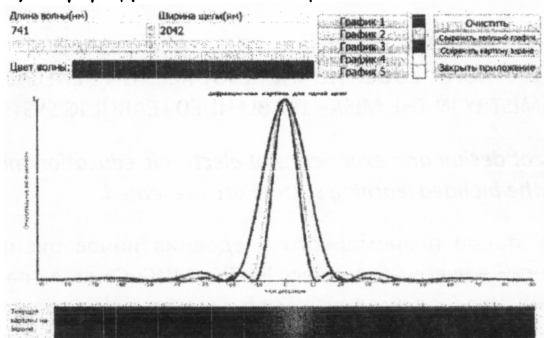


Рис. 1. Окна для задания длины волны и ширины щели при моделировании дифракции. Под окнами отображается полоска, окрашенная в цвет, соответствующий выбранной длине волны

После задания параметров щелчок в окне «График 1» (или любом соседнем) приводит к построению графика зависимости  $I(\phi)$  (1). Цвет линии, изображающей зависимость  $I(\phi)$ , совпадает с выбранным в левом верхнем окне прокрутки. Одновременно под графиком отображается «аналоговая» картинка-имитация распределения интенсивности дифрагированного света на экране, аналогичная наблюдаемой в натурном эксперименте, причём также в выбран-

ном цвете. Далее имеется возможность задать новое значение длины волны, вызвать «График 2» и проследить за изменением картины или показать влияние ширины щели. Новые графики отображаются вместе с предшествующими, а цвет линии графика соответствует используемой длине волны. Картинка-имитация распределения интенсивности на экране заменяется изображением, соответствующим последним значениям задаваемых параметров (рис. 2). Всего предусмотрено построение пяти (или менее) графиков. Кнопка «Закрыть приложение» возвращает управление операционной системе.

Имеется возможность очистки поля построения графиков и генерации новых картин дифракции. Получаемые графики могут быть сохранены в отдельный файл. Планируется развитие описанной модели с переходом к задаче дифракции Фраунгофера для нескольких щелей.



*Рис. 2. Результат моделирования дифракции Фраунгофера на щели для трёх значений длины волны падающего света*

Разработанная демонстрационная модель («симулятор») легко встраивается в канву лекционной презентации (среды PowerPoint или Adobe Flash).

Существенным моментом является проявляемый интерес студентов (в особенности «информационных» специальностей) как к технологии проектирования модели, так и к достигаемому результату – использованию результата в живой учебной работе.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лекционные демонстрации по физике / под ред. В.И. Ивероной – М. : Наука, 1972. – 640 с.
2. [Электронный ресурс] Режим доступа:  
[http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro\\_physics/kisalev/java/slitdiff/index.html](http://www.physics.uoguelph.ca/applets/Intro_physics/kisalev/java/slitdiff/index.html)
3. [Электронный ресурс] Режим доступа:  
<http://genphys.phys.msu.ru/rus/demo/comp.php>
4. Детлаф А.А. Курс физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский // М. : Академия, 2007. – 720 с.